

ISAE-SUPAERO - Bureau d'étude

Navigation pour un véhicule terrestre par Filtrage de Kalman

Ph. MOUYON
philippe.mouyon@onera.fr

L'objectif du bureau d'étude est de développer et tester un algorithme de navigation pour un véhicule terrestre de type voiture doté d'un ensemble de capteurs.

1 Modèle de simulation

On suppose que le véhicule est commandé en vitesse (V) et en angle de braquage (ϕ). Le modèle choisi pour décrire le comportement de l'engin est :

$$\begin{cases} \dot{x} &= V \cos \theta \\ \dot{y} &= V \sin \theta \\ \dot{\theta} &= \frac{V}{L} \tan \phi \\ \dot{V} &= -\frac{1}{\tau_V} (V - V^*) \\ \dot{\phi} &= -\frac{1}{\tau_\phi} (\phi - \phi^*) \end{cases}$$

où x et y sont les coordonnées du centre de l'essieu arrière, θ est le cap, V la vitesse d'avance et ϕ l'angle de braquage. Les consignes sont V^* et ϕ^*

Les vitesses longitudinales des roues (mesurées par les odomètres à la fréquence de 100 Hz) sont :

$$\begin{aligned} V_{arr.gauche} &= V_x \cos \theta + V_y \sin \theta - \omega H \\ V_{arr.droite} &= V_x \cos \theta + V_y \sin \theta + \omega H \\ V_{av.gauche} &= V_x \cos (\theta + \phi) + V_y \sin (\theta + \phi) - \omega (H \cos \phi - L \sin \phi) \\ V_{av.droite} &= V_x \cos (\theta + \phi) + V_y \sin (\theta + \phi) - \omega (H \cos \phi + L \sin \phi) \end{aligned}$$

où V_x et V_y sont les composantes de la vitesse du centre de l'essieu arrière, $\omega = \dot{\theta}$ est la vitesse de rotation. L et H sont des caractéristiques du véhicule. τ_V et τ_ϕ sont les constantes de temps des actionneurs.

La vitesse de rotation ω est mesurée par une unité de mesure inertielle (IMU) à la fréquence de 100 Hz.

La position (x,y) est mesurée par un récepteur GNSS (GPS) à la fréquence de 1 Hz.

Les consignes en vitesse et braquage (V^*, ϕ^*) sont disponibles à la fréquence de 100 Hz.

Toutes ces mesures sont entachées d'erreurs plus ou moins importantes. L'outil de simulation (macro Matlab *BE_script.m*, et schéma Simulink *schemaSIM.slx*) vous permet de faire

quelques tests afin évaluer le comportement de ces erreurs.

Vous pouvez développer facilement des scénarios de déplacement du véhicule dans la macro *modele_TRAJECTOIRE.m*, ou modifier sa réponse aux consignes dans la macro *modele_VEHICULE.m*.

2 Travail demandé

Le travail qui vous est demandé consiste à développer et tester un filtre de Kalman réalisant la navigation, c'est-à-dire permettant d'estimer la position (x,y) et l'orientation (θ) de l'engin. Les estimations doivent être fournies à la fréquence de 100 *Hz*. Pour cela il vous faut :

1. Ecrire un modèle de synthèse.
2. Développer le filtre. Les paramètres et les initialisations seront codées dans la macro *model_ESTIMATEUR.m*. L'algorithme sera codé dans la macro *ESTIMATEUR* du schéma Simulink.
3. Régler le filtre et analyser ses performances.

Il y a de nombreuses solutions. On peut utiliser les consignes en V et ϕ , ou ne pas les utiliser. On peut utiliser la mesure de ω ou non. De même pour les mesures odométriques. Faites des choix pour avoir un modèle de synthèse pas trop complexe, et pour que toutes vos variables d'état soient observables avec les mesures choisies.